

Experimentelle Untersuchungen
zum Füllungsgrad von Wurzelkanälen
in Abhängigkeit von der Aufbereitungs-
und Abfüllungsart

Manfred Schmid

Disbui. München

1988

Aus der Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
(Vorstand: Professor Dr. E. Sonnabend)
der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität München

Experimentelle Untersuchungen zum Füllungsgrad von
Wurzelkanälen in Abhängigkeit von der
Aufbereitungs- und Abfüllungsart

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Manfred Schmid
aus
Marktoberdorf / Ostallgäu

1988

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. E. Sonnabend

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Dr. E. Dielert

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 28. Juni 1988

DISSERTATIONS- UND FOTODRUCK FRANK GmbH
8000 München 2, Gabelsbergerstr. 15, Tel. 288663

INHALTSVERZEICHNIS

I.	Einleitung	1
II.	1.1.1. Die Bedeutung der	2
1.1.2.	1.1.3.	3
1.2.	1.3.	4
III.	IV.	5
V.	VI.	6
VII.	VIII.	7
IX.	X.	8
XI.	XII.	9
XIII.	XIV.	10
XV.	XVI.	11
XVII.	XVIII.	12
XIX.	XX.	13
XXI.	XXII.	14
XXIII.	XXIV.	15
XXV.	XXVI.	16
XXVII.	XXVIII.	17
XXIX.	XXX.	18
XXXI.	XXXII.	19
XXXIII.	XXXIV.	20
XXXV.	XXXVI.	21
XXXVII.	XXXVIII.	22
XXXIX.	XL.	23
XLI.	XLII.	24
XLIII.	XLIV.	25
XLV.	XLVI.	26
XLVII.	XLVIII.	27
XLIX.	L.	28
LI.	LII.	29
LIII.	LIV.	30
LV.	LVI.	31
LVII.	LVIII.	32
LIX.	XL.	33
LI.	LII.	34
LIII.	LIV.	35
LV.	LVI.	36
LVII.	LVIII.	37
LIX.	XL.	38
LI.	LII.	39
LIII.	LIV.	40
LV.	LVI.	41
LVII.	LVIII.	42
LIX.	XL.	43
LI.	LII.	44
LIII.	LIV.	45
LV.	LVI.	46
LVII.	LVIII.	47
LIX.	XL.	48
LI.	LII.	49
LIII.	LIV.	50
LV.	LVI.	51
LVII.	LVIII.	52
LIX.	XL.	53
LI.	LII.	54
LIII.	LIV.	55
LV.	LVI.	56
LVII.	LVIII.	57
LIX.	XL.	58
LI.	LII.	59
LIII.	LIV.	60
LV.	LVI.	61
LVII.	LVIII.	62
LIX.	XL.	63
LI.	LII.	64
LIII.	LIV.	65
LV.	LVI.	66
LVII.	LVIII.	67
LIX.	XL.	68
LI.	LII.	69
LIII.	LIV.	70
LV.	LVI.	71
LVII.	LVIII.	72
LIX.	XL.	73
LI.	LII.	74
LIII.	LIV.	75
LV.	LVI.	76
LVII.	LVIII.	77
LIX.	XL.	78
LI.	LII.	79
LIII.	LIV.	80
LV.	LVI.	81
LVII.	LVIII.	82
LIX.	XL.	83
LI.	LII.	84
LIII.	LIV.	85
LV.	LVI.	86
LVII.	LVIII.	87
LIX.	XL.	88
LI.	LII.	89
LIII.	LIV.	90
LV.	LVI.	91
LVII.	LVIII.	92
LIX.	XL.	93
LI.	LII.	94
LIII.	LIV.	95
LV.	LVI.	96
LVII.	LVIII.	97
LIX.	XL.	98
LI.	LII.	99
LIII.	LIV.	100

Meinen Eltern gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1.	<u>Einleitung</u>	S. 4
2.	<u>Literaturübersicht</u>	S. 6
2.1.	Empfehlungen	S. 6
2.2.	Ergebnisse	S. 11
3.	<u>Eigene Untersuchungen</u>	S. 14
3.1.	Material und Methode	S. 14
3.1.1.	Obersicht	S. 14
3.1.2.	Aufbereitung	S. 15
3.1.3.	Einbettung	S. 18
3.1.4.	Abfüllung	S. 22
	a) mit Förderspirale	S. 22
	b) mit Lentulo und Guttaperchastift	S. 23
	c) mit Hedströmfeile und Guttaperchastift	S. 23
3.1.5.	Kombinationen	S. 24
3.1.6.	Auswertung	S. 25
4.	<u>Ergebnisse</u>	S. 26
4.1.	Tabellen	S. 26
4.1.1.	Versuchsreihe aa	S. 26
4.1.2.	Versuchsreihe ab	S. 27
4.1.3.	Versuchsreihe ac	S. 28

4.1.4.	Versuchsreihe β_a	S. 28
4.1.5.	Versuchsreihe β_b	S. 30
4.1.6.	Versuchsreihe β_c	S. 31
4.1.7.	Versuchsreihe γ_b	S. 31
4.1.8.	Gesamttabelle	S. 32
4.2.	Graphiken	S. 33
4.3.	Graphische Gesamtdarstellung	S. 40
4.4.	Ergebnisse im Vergleich	S. 41
5.	<u>Diskussion</u>	S. 43
6.	<u>Zusammenfassung</u>	S. 54

1. Einleitung

Der Erfolg einer endodontischen Behandlung ist abhängig von der Aufbereitungslänge und der vollständigen Abfüllung des Wurzelkanals. Hierbei kommt es auch zu Mißerfolgen durch Überfüllung. Die Problematik liegt darin, einerseits die entzündete oder nekrotische Pulpa restlos zu entfernen, andererseits jedoch das periapikale Gewebe möglichst wenig zu traumatisieren bzw. durch die erfolgte Wurzelfüllung zu reizen. Diese beiden Forderungen widersprechen sich zum Teil, da es bei dem Versuch, den Kanal vollständig aufzubereiten zu Irritationen kommen kann, entweder durch die Aufbereitung selbst (Traumatisierung durch Instrumente, Auspressen von Luft durch den Apex, Reizung des periapikalen Gewebes durch Spülflüssigkeiten u.s.w.) oder durch den Kontakt des Wurzelfüllungsmaterials mit dem vitalen Gewebe des Apexbereiches, insbesondere beim Überfüllen. Andererseits sind bei unvollständiger Wurzelfüllung apikale Ostitiden ebenfalls häufiger, besonders als Folge zurückbelassener gangränöser Gewebsreste.

Bei gut durchgängigen Wurzelkanälen liegt die Schwierigkeit bekanntlich oft nicht so sehr darin, den Kanal

ausreichend aufzubereiten und zu säubern, sondern in der Gefahr, die Wurzelfüllung des bis in die apikale Region aufbereiteten Zahnes über den Apex hinauszupressen, wodurch der Erfolg der Behandlung gefährdet wird, da der Überschuß oft nicht reaktionslos einheilt. Schwerwiegende therapeutische Konsequenzen sind die Folge, dies gilt in besonderem Maße für obere Seitenzähne, die in Kontakt mit der Kieferhöhle stehen oder auch für untere Zähne im Bereich des Mandibularkanals.

In Kenntnis dieser Problematik sind in der Literatur unterschiedliche Angaben zum Grad der Füllung und der Aufbereitung formuliert worden. Es sollten deshalb verschiedene Methoden der Aufbereitung und des Abfüllens untersucht werden, um die Wahrscheinlichkeit des Abfüllungsgrades zu ermitteln. Insbesondere sollte gezeigt werden, in welchem Maße es durch das Nachschieben von Guttaperchastiften in den bereits vorgefüllten Kanal zum Auspressen von Wurzelfüllungspaste über den Apex hinaus kommen kann.

Ähnliche experimentelle Untersuchungen werden in Kap. 2.2. auf S. 11 referiert.

Viele Endodontologen geben jedoch in ihren Veröffentlichungen Hinweise zum Zustandekommen und zur Vermei-

dung von Überfüllungen (Kap. 2.1.), was einen Vergleich der Ergebnisse dieser Studie mit den Erfahrungen anderer Autoren ermöglicht.

2. Literaturübersicht

1) Empfehlungen

Nach DRIAK und SCHÖNBAUER [4] soll, um Überfüllung zu vermeiden, die Förderspirale nur bis zum Anfang des apikalen Drittels eingeführt werden. Nach Einsetzen der Rotation wird der Spiralfüller langsam aus dem Kanal gezogen und ein in Zement getauchter Guttaperchastift bis zum Apex gepreßt. Eine leichte Überfüllung wirke sich weniger nachteilig aus als eine leichte Unterfüllung. Allerdings sollte der Stift nicht über den Apex ragen, da Guttapercha nicht resorbierbar ist.

GROSSMAN [9] empfiehlt ebenfalls die Wurzelfüllung nach der beschriebenen Technik. Die Guttaperchaspitze soll das gleiche Format haben wie die zuletzt verwendete Feile. Bei Pupengangrän muß bis zum Apex aufbereitet werden, bei Vitalexstirpation nur bis zur



Zement-Dentingrenze, die einen natürlichen Engpass bildet und ca. 1mm vor dem im Röntgenbild dargestellten Apex liegt.

SARGENTI [20] empfiehlt, den Lentulo bis zum tiefsten Punkt der Aufbereitung einzuführen, um die Wände zu benetzen. Die Spirale wird nach Einschalten der Drehung langsam herausgezogen, erneut mit der Wurzelfüllung (N_2) beladen und wieder eingebracht, jedoch nicht mehr bis zum tiefsten Punkt. Beim erneuten Herausziehen sollen Pumpbewegungen durchgeführt werden, Guttaperchastifte werden nicht benötigt. Bei Gangrän (Aufbereitung bis zum Apex) sei leichtes Überfüllen mit N_2 erwünscht, zur Vermeidung von großen Füllungsüberschüssen soll die Abfüllung bei Kanälen mit offenem Foramen apicale ohne Anästhesie erfolgen, um die Reaktion des Patienten beobachten zu können.

Nach SCHUG-KÖSTERS [24] soll die Förderspirale so weit eingeführt werden, wie der Kanal aufbereitet ist, d.h. bei Gangrän bis zum Apex, bei Vitalexstirpation bis zur physiologischen Verengung vor den röntgenologischen Apex, die ca. 1mm weiter koronal liegt. Während der Rotation wird die Förderspirale herausgezogen.

Sammelt sich Material am Apex an, so bemerkt man einen Stauungsdruck, der auf das Winkelstück wirkt. Diesem Druck ist unbedingt nachzugeben, d.h. man zieht das Instrument langsam zurück, andernfalls ist eine Überfüllung, insbesondere mit Diaket, sehr leicht möglich. Die Umdrehungszahl der Spirale sollte höchstens 300/Upm betragen.

Viele Hinweise zur Vermeidung von Überfüllung gibt SCHROEDER [23]. Die Aufbereitung erfolgt bei Gangrän bis zum Apex, bei Vitalexstirpation einen Millimeter kürzer: "Es geht darum, den Apex zu erreichen, ohne das Foramen zu erweitern". Andernfalls droht massive Überfüllung und desto eher kommt es zu apikalen Reizerscheinungen. AH₂ sollte mit einem Guttaperchastift kombiniert werden. Es wird mit der Förderspirale rasch bis zum Apex transportiert. Bei weitem Foramen apicale sollte deshalb die Förderspirale 1-2mm kürzer eingeführt werden, als der Kanal aufbereitet wurde. AH₂ ist mehrmals aufzunehmen, wobei jedoch immer weniger tief mit der Förderspirale gegen den Apex vorgedrungen wird. Anschließend wird der Guttaperchastift, der in seiner Dicke der letzten verwendeten Feile entspricht, langsam

nachgeschoben, wobei überschüssiges Material nach koronal entweichen kann. Bei diesem Vorgehen gäbe es, wenn überhaupt, nur eine Überfüllung in bescheidenem Ausmaß, die sich mit Hinweis auf die gute Gewebeverträglichkeit von AH_26 nicht nachteilig auswirkt. Wichtig ist nur, daß der Stift nicht über den Apex geschoben wird.

Wird AH_26 ohne Kombination mit Guttaperchastiften gebraucht, so ist darauf zu achten, daß der Spiralfüller nur mit einer ganz kleinen, stecknadelkopfgroßen Portion an den Apex geführt wird. Nach einigen wenigen Umdrehungen wird der Lentulo herausgezogen und erneut eingebracht, um den Kanal koronal zu füllen.

Um den Apex nicht unnötig zu erweitern, empfiehlt SCHROEDER bei weiten Kanälen die stufenförmige Aufbereitung (siehe S.10 und Versuchsbeschreibung S. 17), um die Überfüllungen geringer zu halten.

Nach INGLE [13] kommt es bei Aufbereitung bis zur Zementdentinegrenze (Zentralstifttechnik, Vorfüllung des Kanals jedoch durch Rotation eines Reamers oder des Lentulos mit der Hand) nur zu geringer oder gar keiner Überfüllung. Zur Frage, wieso durch das Nachschieben des Stifts nicht mehr Material über den Apex gepreßt wird, als ein "tiny worm", führt INGLE an, daß die

Wände des Kanals nicht parallel sind, sondern konisch. Deshalb würde beim langsamen Nachschieben des Guttaperchastiftes der Überschuß nach koronal gepreßt. Der Stift berührt die Kanalwände erst im letzten Moment, wenn er seinen entgültigen Sitz hat. Bei Verwendung des Lentulos sollte dessen Länge mit der Aufbereitungslänge übereinstimmen. Spiralfüller neigen dazu, große Mengen an Zement über den Apex zu pressen. INGLE empfiehlt deshalb für gerade Kanäle die Zentralstifttechnik ohne Gebrauch der Förderspirale.

KUTTLER [16] warnt vor der Zentralstifttechnik: "The rigid cone can force cement through the foramen, which results overfilling."

Von verschiedenen Autoren (u.a. GULDENER 1977, COFFAE und BRILLANT 1975, SCHILDER 1974, WALTON 1976, SCHROEDER 1981) wird als Optimum der Aufbereitung die "konische" (= stufenförmige = trichterförmige) Präparation des Wurzelkanals angesehen. Hierbei soll es infolge der maximalen Arbeitslänge (1mm vor dem Apex) nicht zu Überfüllungen kommen. Auch liegt der Guttapercha-"Hauptstift" der Kanalwand nur im apikalen Bereich direkt an, so daß beim Nachschieben desselben

Oberschüsse des Wurzelfüllungsmaterials leichter nach koronal entweichen können.

2.2 Ergebnisse

M. LUTZ [17] ermittelte aufgrund seiner Studien an extrahierten menschlichen Zähnen, die bis zum Foramen apikale aufbereitet wurden, eine Überfüllungshäufigkeit von 10% bei der Zentralstifttechnik. Leider fehlen genauere Angaben zum Abfüllungsmodus, vor allem im Hinblick auf die für die Überfüllung entscheidende Vorfüllung des Kanals. Die Randständigkeit beurteilt er für AH₂ (Farbstoffpenetrationstest) als gut, berichtet jedoch über das Auftreten von Blasen in der Füllung.

Experimentelle Untersuchungen zur Problematik des Überfüllens wurden von JEFFREY, SAUNDERS und THOMAS [14] durchgeführt, und zwar anhand von durchsichtigen Kunstharzblöcken, in die Löcher gebohrt wurden, die dem Format eines aufbereiteten Wurzelkanals entsprachen. Die Autoren fanden hohe Überfüllungsquoten bei der Zentralstifttechnik, insbesondere dann, wenn der Kanal mit dem Lentulo vorgefüllt wurde.

Diese Veröffentlichung wird später noch mehrfach zitiert, so daß an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen werden soll.

R. AMATO, M. GOLDMAN, J. TENCA und G. BURK [1] bereiteten 30 extrahierte Frontzähne mit Handinstrumenten auf. Der Wurzelkanalzement wurde in Gruppe a mit dem Lentulo, in Gruppe b mit einer Feile eingebracht. Anschließend wurde ein Guttaperchastift nachgeschoben. In Gruppe c erfolgte die Wurzelkanalfüllung ausschließlich mit einem zementbenetzten Guttaperchastift. Die Kontrolle erfolgte durch je ein Röntgenbild aus mesialer und buccaler Richtung: Gruppen a und b waren ausreichend gefüllt, der Füllungsgrad in Gruppe c war insuffizient.

EIFINGER und MENZLER [6] untersuchten anhand von glasklaren Kunstharzblöcken, in die Hohlräume in Form von Wurzelkanälen eingearbeitet waren, die Wirksamkeit des Mc Spadden-Compactors und des Engine Pluggers im Vergleich zu herkömmlichen Füllungstechniken. Außerdem erfolgten Versuche an extrahierten Zähnen, deren Füllungsgrad röntgenologisch erfaßt wurde. Die Autoren verwendeten genormte Guttaperchastifte und als Haftvermittler Aptal-Harz-Chloropercha, Endometasone oder

AH₂. Es zeigte sich, daß sich sowohl mit dem Engine Plugger als auch mit dem Mc Spadden-Compactor zumindest das apikale Drittel des Wurzelkanals ausreichend füllen läßt. Die Verwendung eines Haftvermittlers war nötig. Der Vergleich beider thermomechanischer Verfahren ergab keinen wesentlichen Vorteil der Compactor- oder der Pluggeranwendung. Dies betraf sowohl die Qualität der Füllungen, als auch die zur Applikation nötige Zeit.

Die Experimente von BENNER et al. [2], die 62 einwurzelige Zähne nach dem Verfahren der lateralen und der vertikalen Kondensation bzw. mit dem Mc Spadden-Compactor füllten, zeigten annähernd gleichwertige Ergebnisse im Hinblick auf den dichten Verschuß des apikalen Drittels bei allen drei Verfahren.

OBERSCHACHTSIEK und PETSCHULT [18] verglichen mit Hilfe von Gefrierbruchtechnik und Rasterelektronenmikroskop Füllungen, die mit dem Compactor, der lateralen Kondensation oder nach konventioneller Technik gelegt worden waren. Dabei war die Randständigkeit der verschiedenen getesteten Füllungsmaterialien bei Anwendung des Mc Spadden-Compactors am besten; am wenigsten Blasen traten bei der Zentralstifttechnik auf.

3. Eigene Untersuchungen

3.1. Material und Methode

3.1.1. Übersicht

Die Versuche wurden an extrahierten menschlichen Zähnen vorgenommen, die entsprechend den Angaben verschiedener Autoren entweder bis zum Apex oder einen Millimeter davor aufbereitet wurden. Im Gegensatz zu bisherigen Forderungen wird nunmehr empfohlen, unabhängig von der ursprünglichen Diagnose (Pulpitis, Gangrän) die Aufbereitung einen Millimeter vor dem im Röntgenbild dargestellten Apex enden zu lassen. Dieses Ideal ist mehrfach gefährdet: Die Feststellung der Wurzelkanallänge ist mit dieser Genauigkeit nicht in jedem Fall möglich. Darüberhinaus kann bei einer Translationsbewegung die Spitze des Instrumentes dann unbeabsichtigt über die genaue Grenze eindringen, wenn nicht eine unverrückbare Vorrichtung z. B. an der Schneidekante des Zahnes, anschlägt. Die sogenannten Gummistopper erfüllen diese Forderung nicht.

Zur Abfüllung wurden folgende Methoden herangezogen:

a) maschinengetriebener Lentulo;

b) Lentulo bei Zentralstifttechnik und

c) Zentralstifttechnik, wobei das Füllungsmaterial mit einem Handinstrument eingebracht wurde.

3.1.2. Aufbereitung

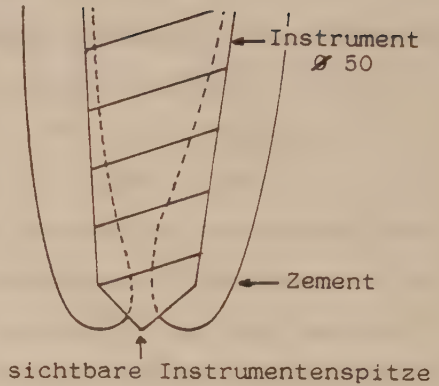
Ausgangsmaterial waren ca. 120 mazerierte menschliche Zähne, überwiegend aus dem Frontbereich. Nur Exemplare mit geraden Wurzeln wurden verwendet. Zuerst wurden die Zahnkronen abgeschnitten, um die Kanaleingänge zu eröffnen, dann begann die Aufbereitung. Diese erfolgte mit Kerr-Handbohrern ("Reamer") und Hedströmfeilen, beginnend mit der kleinsten Nummer und mehrmaliger Spülung mit H_2O_2 / Natriumhypochlorit bis zur Instrumentenstärke $\varnothing 50$. Die absolute Länge der Aufbereitung (in den Versuchen infolge der abgeschnittenen Zahnkronen zwischen 11 und 22mm) spielt im Hinblick auf den Füllungsgrad eine untergeordnete Rolle und wurde im Folgenden nicht mehr berücksichtigt, sondern die Zähne gleichmäßig auf die Versuchsgruppen verteilt (JEFFREY [14]: "the actual length of the canal is, in limits, of little importance.").

Die Aufbereitung erstreckte sich in Versuchsreihe α

bis zum makroskopisch sichtbaren Apex, wobei darauf geachtet wurde, den Apex nicht zu erweitern, bei Reihe β bis zur Zement-Dentingrenze, die 1mm oberhalb des Apex angenommen wurde (Abb. 1). Für Versuchsreihe γ , d.h. stufenförmige Aufbereitung (GULDENER u.a.), mußten fünf bis auf ca. 0,5mm vor dem Apex aufbereitete Zähne in ihren weiter koronal gelegenen Bereichen zusätzlich erweitert werden, wie dies aus Abb. 1 γ ersichtlich ist. Der Abstand zwischen den einzelnen Stufen betrug 1,5mm. Nach der Aufbereitung wurde der Apexbereich der Zähne von apikal mit einem Reamer ($\emptyset$ 15) vorsichtig sondiert, um eventuell festgepreßte Dentinspäne zu entfernen und um Zähne mit obliteriertem Foramen apicale auszu-sondern. Diese wurden nicht verwendet. Anschließend wurde die Apexregion der Zähne unter einer Lupe (Vergrößerung 15x) beurteilt und Zähne mit sehr weitem Foramen apicale bzw. bei der Aufbereitung perforierte Zähne verworfen, so daß die Apexöffnung der übrigen Zähne, den Versuchsgruppen entsprechend, annähernd gleich weit war (ca. 200 μ m). Die noch vorhandenen, bei natürlichem Material niemals ganz auszuschließenden Unterschiede in der Anatomie der Wurzelspitze dürften

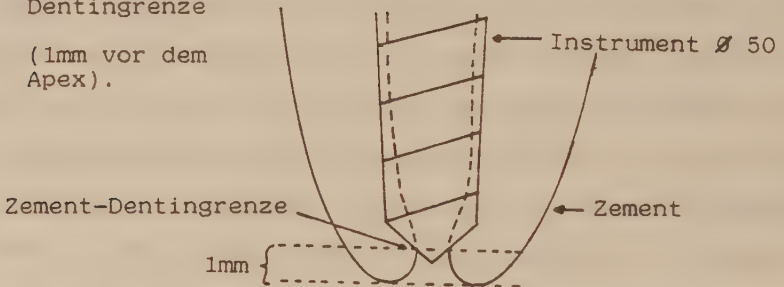
Abb.1: Aufbereitung der Zähne

- α) bis zum Apex. Es wurde darauf geachtet, den Apex zu erreichen ohne den Zahn zu perforieren. Das Instrument war bei der Aufbereitung von apical gerade sichtbar.

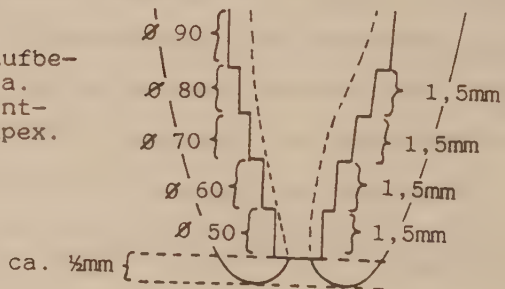


- β) bis zur Zement-Dentingrenze

(1mm vor dem Apex).



- γ) stufenförmig. Aufbereitungslänge ca. $\frac{1}{2}$ mm vor dem röntgenologischen Apex.



sich im Folgenden nicht mehr wesentlich ausgewirkt haben, zumal immer mindestens fünf Zähne pro Versuchsteil verwendet und ein Mittelwert gebildet wurde. Übrig blieben schließlich 50 Zähne mit 50 Kanälen, die eingebettet wurden.

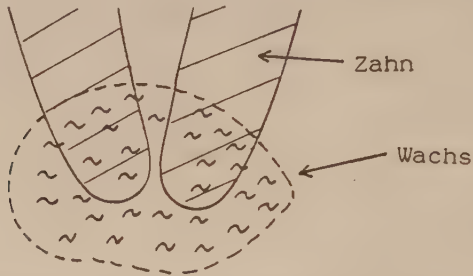
3.1.3. Einbettung

Vor der Einbettung wurden die Aufbereitungslängen der Kanäle durch Sondierung ermittelt und notiert. Dann wurde das untere Drittel der Zähne mit Kerr Boxing Wachs umhüllt. Die Zähne wurden auf dem Boden einer glasklaren Plastikwanne nebeneinander mit dem Wachs fixiert. Anschließend wurde die Wanne mit Vaseline isoliert und bis kurz unter die Zahnhöhe mit Gips gefüllt, wobei kein Gips in die Wurzelkanäle gelangen durfte. Nachdem der Gips erhärtet war, wurde der Block aus dem Behälter genommen und das Boxingwachs gründlich mechanisch und durch Auskochen in Spülmittellösung entfernt, so daß der Apexbereich der Zähne freilag (Abb. 2).

Um dem Wurzelfüllungsmaterial beim Abfüllen einen Widerstand entgegensetzen, wie das in vivo durch das

Abb. 2: Einbettung

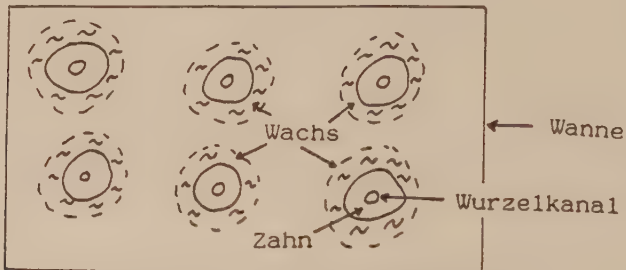
- 1) Umhüllen der Wurzelspitze mit Wachs.



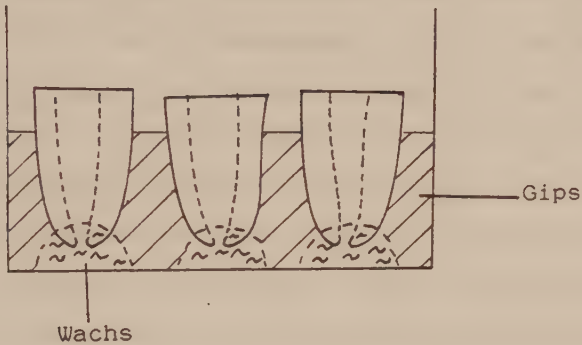
- 2) Plastikbox (glasklar) mit fixierten Zähnen (Seitenansicht).



- 3) Plastikbox mit fixierten Zähnen (von oben).

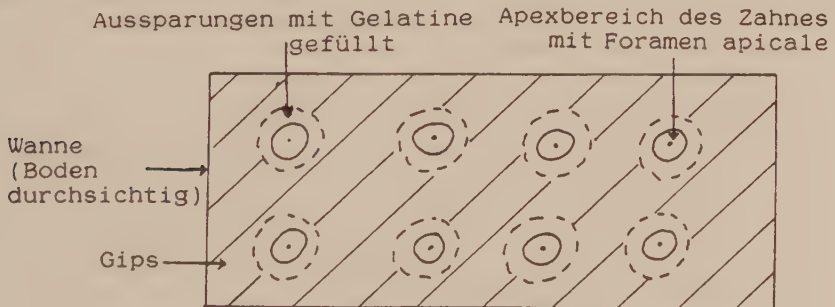


4) Einfüllen des Gipses (Seitenansicht).



Entfernen des Boxingwaxes ersetzen desselben durch Gelatine

5) Ansicht der Plastikbox mit Gipsblock, Aussparungen jetzt mit Gelatine gefüllt (von unten).



periapikale Gewebe der Fall ist, wurden die vorher durch das Boxingwachs im Gipsblock entstandenen Ausparungen nun mit frisch angerührter, warmer, flüssiger Gelatine gefüllt und der Boden der Wanne ebenfalls damit bedeckt. Der Gipsblock wurde in die Wanne gesetzt, wobei darauf geachtet wurde, daß dabei keine Lufteinschlüsse in der Gelatine entstanden, und anschließend zum Erhärten der Gelatine in den Kühlschrank gestellt. Anschließend wurden die Wurzelkanäle vorsichtig mit H_2O_2 gereinigt und mit Papierspitzen getrocknet. Als Ergebnis erhielten wir einen Gipsblock mit den darin fixierten Zähnen, deren Apex von Gelatine umgeben war. Die Gelatine war glasklar, so wie der Boden der Plastikbox. Der Apex der Zähne war somit durch den Boden der Plastikwanne sichtbar.

Das hiermit hergestellte Präparat mußte nun in der nächsten Stunde nach dem Erhärten der Gelatine zur Wurzelfüllung herangezogen werden, da die Gelatine durch Wasserentzug schrumpft und sich Luftblasen am Boden der Plastikwanne gebildet hätten, so daß das Präparat unbrauchbar geworden wäre.

3.1.4. Abfüllung

Als Sealer dienten Diaket und $\text{AH}_2\text{6}$. Beide wurden nach der Herstellerangabe angerührt, d.h. bei Diaket zwei kleine Tropfen Flüssigkeit pro Dosis Pulver aus dem Dosierspatel (Gewichtsverhältnis ca. 4:3). $\text{AH}_2\text{6}$ wurde so angerührt, daß nach dem Vermischen von Pulver und Harz (Gewichtsverhältnis ca. 1:1) die Mischung abbrach, wenn der Anrührspatel ca. 2cm von der Glasplatte angehoben wurde. Anschließend mußte die Mischung ($\text{AH}_2\text{6}$) auf ca. 40°C erwärmt werden (Glasplatte, Wasserbad) um sie etwas dünnflüssiger zu machen, wobei kein Wasser in die Mischung gelangen durfte. Bezüglich der Abfüllung kamen drei Methoden zur Anwendung, entsprechend S.14/15:

a) mit Förderspirale:

Zunächst wurde eine kleine Menge Füllungsmaterial mit dem Lentulo (möglichst großer Durchmesser, jedoch ohne im Kanal zu klemmen) aufgenommen und damit die Kanalwände benetzt (ohne maschinelle Drehung). Dadurch wurde verhindert, daß sich die Paste im folgenden Arbeitsschritt an den unbenetzten Kanalwänden abstreifte, ehe der Apex erreicht war. Nun wurde eine weitere kleine

Menge Sealer aufgenommen, der Lentulo auf die gesamte Aufbereitungslänge eingeführt und unter Drehung (3000 Upm, grünes Winkelstück) langsam herausgezogen. Dieser Vorgang wurde wiederholt, jedoch mit immer kürzer gewählter Arbeitslänge, solange, bis der Kanal gefüllt schien.

b) mit Lentulo und Guttaperchastift

Guttaperchastifte ($\varnothing$ 50) wurden entsprechend der aufbereiteten Länge eingepaßt. Dies war bei den bis zum Apex aufbereiteten Zähnen durch direkte Sicht möglich. Nach Vorfüllung wie in Punkt 3.1.4.a wurde beobachtet, ob bereits eine Überfüllung eingetreten war. Diese wurde in ihrem Ausmaß geschätzt. Anschließend wurde der Guttaperchastift in das Füllungsmaterial getaucht und langsam (Vorschub ca. 5mm/s) und kontinuierlich auf die volle Aufbereitungslänge vorgeschoben.

c) mit Hedströmfeile und Guttaperchastift

Mit einer Hedströmfeile $\varnothing$ 45, also um 0,05mm kleiner als die Kanalaufbereitung, wurde Sealer aufgenommen und durch Drehung gegen den Uhrzeigersinn in den Kanal gebracht (volle Aufbereitungslänge!). Dieser Vorgang

wurde zweimal wiederholt, jedoch mit kürzerer Arbeitslänge. Anschließend wurde, wie in Teil b, ein Guttaperchastift nachgeschoben.

3.1.5. Kombinationen

Aufgrund der beiden Variablen Aufbereitung und Abfüllung wurden folgende Kombinationen zusammengestellt:

Aufbereitung	Abfüllung	Material	Anzahl Zähne
α	a	Diaket	10
α	b	Diaket	10
α	c	AH ₂ s	5
β	a	Diaket	5
β	b	Diaket	10
β	c	AH ₂ s	10
γ	b	AH ₂ s	5

α = bis Apex, Abb. 1 α

β = 1mm vor Apex, Abb. 1 β

γ = stufenförmig, Abb. 1 γ (S. 17)

a= Lentulo

b= Lentulo und Guttaperchastift

c= Hedströmfeile und Guttaperchastift (Punkt 3.1.4)

Infolge der relativ geringen Varianz wurden in Teil αc und βa je 5 Zähne und infolge der größeren Varianz in Teil αa ; αb ; βb ; βc je 10 Zähne abgefüllt. Für

Versuchsteil γ wurden 5 Zähne verwendet.

3.1.6. Auswertung

Nach Erhärten des Diakets (ca. 10h) bzw. des AH_{26} (ca. 4Tage) wurde der Gipsblock aus der Plastikwanne genommen und die Gelatine entfernt. Die mehr oder weniger runden Kugeln des überfüllten Materials wurden mit einem Skalpell direkt am Apex abgeschnitten und mit einer Analysenwaage gewogen (Genauigkeit $\pm 0,1\text{mg}$). Bei Zähnen, die nicht überfüllt waren, wurde zur Darstellung des Füllungsgrades ein Röntgenbild angefertigt (50kV, 0,12s). Zusätzlich wurde bei vier Zähnen in Versuchsteil β ein Farbstoffpenetrationstest durchgeführt. Dazu wurden die Zähne ca. 24h in 2%ige Methylenblaulösung getaucht. Anschließend wurde die Zahnlänge auf Millimeterpapier bestimmt und der Zahn vom Apex in Richtung koronal aufgeschliffen, bis keine Spuren von Methylenblau mehr im Wurzelkanal sichtbar waren. Aus der Zahnlängendifferenz ergab sich nun das Ausmaß der Unterfüllung.

4. Ergebnisse

4.1. Tabellen

4.1.1. Versuchsreihe aa (Aufbereitung bis Apex, Diaket)

Zahn Nr. Überfüllung (mg)

1	keine
2	5,0
3	0,8
4	4,9
5	0,7
6	2,0
7	1,7
8	4,2
9	2,3
10	1,2
Gesamt	22,8 mg



R1: Zahn Nr.1

Mittelwert ($\bar{x}$): 2,28 mg/Zahn

Standardabweichung (σ): 1,81

Von Zahn Nr. 1 wurde ein Röntgenbild angefertigt um den Füllungsgrad zu ermitteln (R1). Es zeigt eine exakte Abfüllung bis zum Apex, jedoch kleine Bläschen.

Graphische Darstellung : S. 33

4.1.2. Versuchsreihe ab (Aufbereitung bis Apex; Diaket mit Guttaperchastift)

Vor Nachschieben des Stifts wurde notiert, ob bereits eine Überfüllung mit dem Lentulo erfolgt war ("Beobachtungen").

Zahn Nr.	Beobachtungen	Überfüllung(mg)
11	geringe Überfüllung	6,2
12	mäßige Überfüllung	5,2
13	mäßige Überfüllung	6,4
14	keine Überfüllung	2,9
15	geringe Überfüllung	6,0
16	geringe Überfüllung	6,0
17	weißer Punkt	3,5
18	keine Überfüllung	2,5
19	geringe Überfüllung	6,1
20	geringe Überfüllung	5,7
Gesamt		50,5

Mittelwert ($\bar{x}$): 5,05 mg/Zahn

Standardabweichung (σ): 1,49

Graphik: S. 34

4.1.3. Versuchsreihe α (Aufbereitung bis Apex; AH_{26})

Beobachtungen: keine Überfüllung vor Nachschieben des Guttaperchastifts.

Zahn Nr.	Überfüllung (mg)
21	1,5
22	0,4
23	0,7
24	1,0
25	0,2
Gesamt	3,8 mg

Mittelwert ($\bar{x}$): 0,76 mg/Zahn

Standardabweichung (σ): 0,51

Graphik : S. 35

4.1.4. Versuchsreihe β (Aufbereitung 1mm vor Apex; Diaket)

Zahn Nr.	Überfüllung (mg)
26	keine (0,0)
27	keine (0,0)
28	keine (0,0)
29	keine (0,0)
30	1,7
Gesamt	1,7 mg

Mittelwert ($\bar{x}$): 0,34 mg/Zahn

Standardabweichung (σ): 0,76

Graphik: S. 36

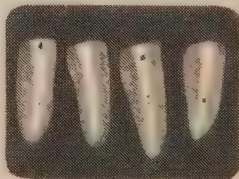
Zahn Nr. 26-29 wurden mit Hilfe eines Röntgenbildes auf den Füllungsgrad untersucht (R2). Es zeigt:

Zahn Nr.

- 26 Volle Aufbereitungslänge abgefüllt (d.h. 1mm vor Apex).
- 27 Volle Aufbereitungslänge abgefüllt.
- 28 Volle Aufbereitungslänge und nichtaufbereiteter, apikaler Anteil ebenfalls abgefüllt.
- 29 Volle Aufbereitungslänge und nichtaufbereiteter, apikaler Anteil abgefüllt.

Im Farbstoffpenetrationstest bei Zahn 26-29 konnte Methylenblau nicht mehr als höchstens 1mm nach koronal eindringen. Dies entspricht etwa dem nicht aufbereiteten und teilweise nicht abgefüllten apikalen Millimeter, so daß sich kein abweichender Befund vom Röntgenbild ergab.

R2:



Zahn Nr. 26/27/28/29

Wie bei R1 sind abermals kleine Bläschen erkennbar

4.1.5. Versuchsreihe βb (Aufbereitung 1mm vor Apex; Diaket)

Vor Nachschieben des Stifts wurde notiert, ob bereits sichtbar mit dem Lentulo überfüllt wurde.

Zahn Nr.	Beobachtungen	Oberfüllung(mg)
31	weißer Punkt	3,3
32	weißer Punkt	1,0
33	keine Oberfüllung	0,9
34	keine Oberfüllung	1,2
35	keine Oberfüllung	0,7
36	keine Oberfüllung	1,0
37	keine Oberfüllung	genau abgefüllt(0,0)
38	keine Oberfüllung	1,0
39	keine Oberfüllung	1,8
40	weißer Punkt	1,3
Gesamt		12,2

Mittelwert ($\bar{x}$): 1,22 mg/Zahn

Standardabweichung (σ): 0,86

Graphik: S. 37

4.1.6. Versuchsreihe βc (Aufbereitung 1mm vor Apex; AH_2)

Beobachtungen: keine Überfüllung vor Nachschieben des Guttaperchastifts.

Zahn Nr.	Überfüllung (mg)
41	0,7
42	0,0 (bis Apex gefüllt)
43	0,0 (unwägbare überfüllt)
44	0,0 (bis Apex gefüllt)
45	0,0 (unwägbare überfüllt)
Gesamt	ca. 0,7 mg

Mittelwert ($\bar{x}$): 0,14 mg/Zahn

Standardabweichung (σ): 0,31

Graphik : S. 38

4.1.7. Versuchsreihe γb (Aufbereitung konisch, AH_2 und Guttaperchastift)

Beobachtungen vor Nachschieben des Stifts, nach Gebrauch des Lentulos:

Zahn Nr.	Beobachtungen	Überfüllung(mg)
46	keine Überfüllung	3,2
47	keine Überfüllung	2,1
48	geringe Überfüllung	6,0
49	geringe Überfüllung	5,4
50	geringe Überfüllung	3,8
Gesamt		20,5

Mittelwert ($\bar{x}$): 4,10 mg/Zahn

Standardabweichung (σ): 1,60

Graphik: S. 39

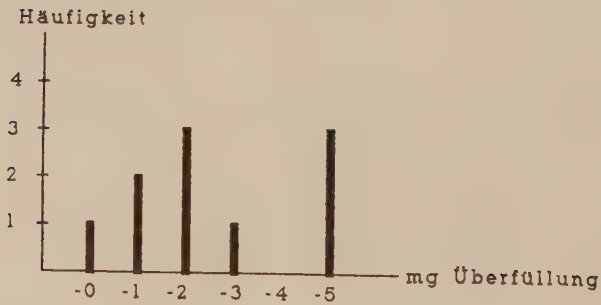
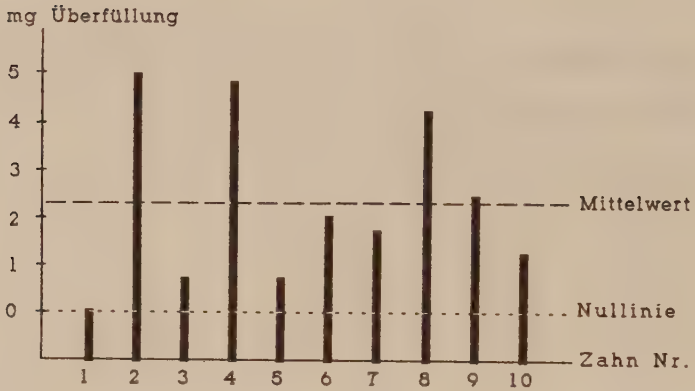
4.1.8. Gesamttabelle (Mittelwerte und Standardabweichungen) zum Vergleich

Methode	Anzahl	$\bar{x}$	σ
αa	10	2,28	1,81
αb	10	5,05	1,49
αc	5	0,76	0,51
βa	5	0,34	0,76
βb	10	1,22	0,86
βc	5	0,14	0,31
γb	5	4,10	1,60

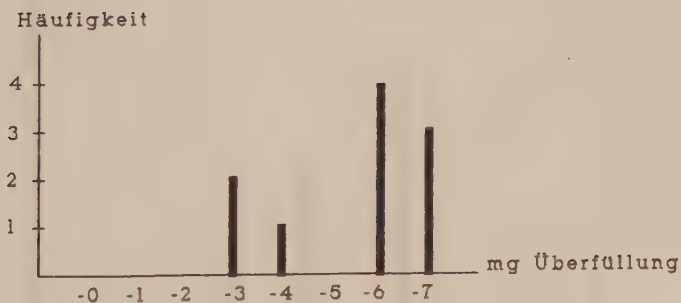
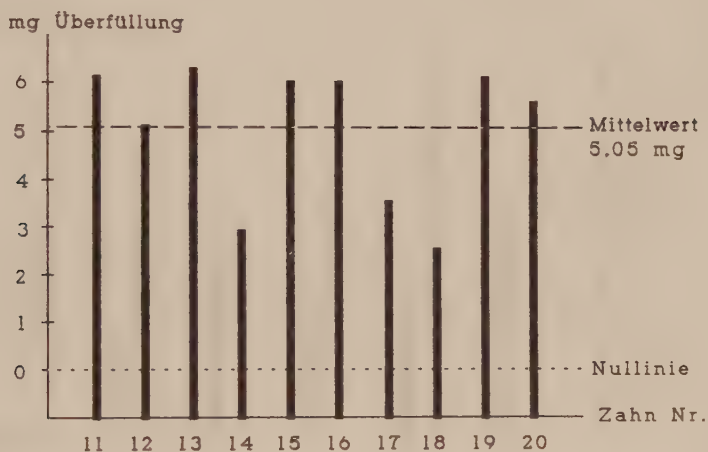
Graphik: S.40

4.2. Graphiken

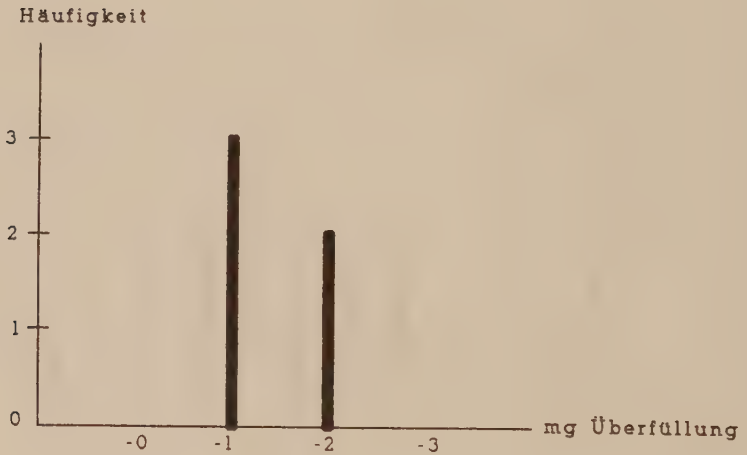
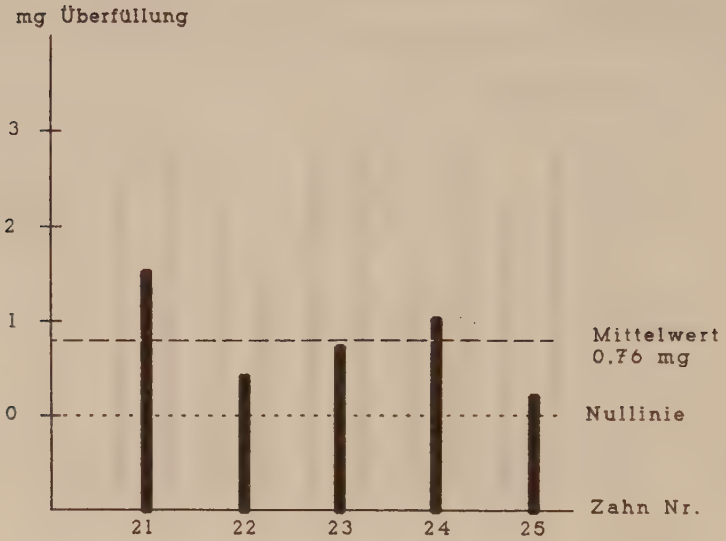
Zu Versuchsreihe $\alpha\alpha$ (Aufbereitung bis zum Apex, Diaket)



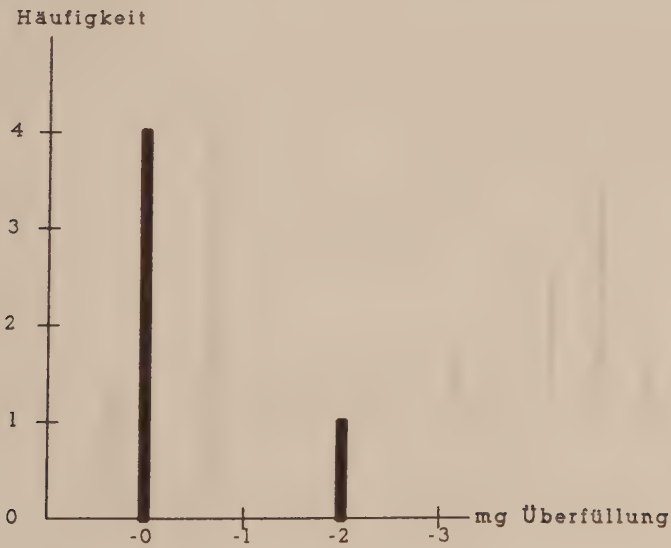
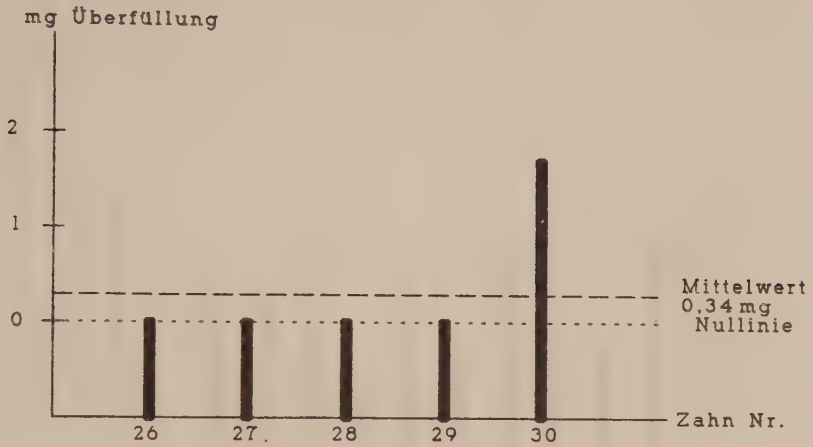
Zu Versuchsreihe αb (Aufbereitung bis zum Apex, Diaket mit Guttaperchastift)



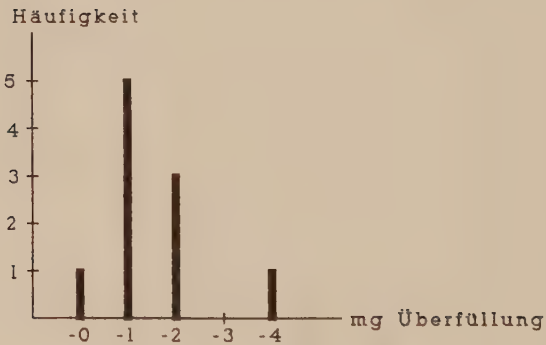
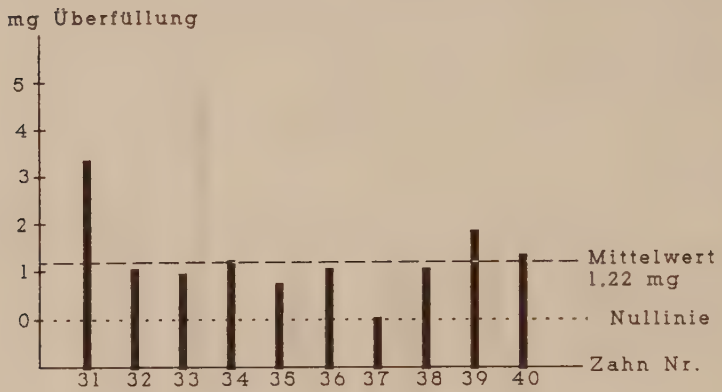
Zu Versuchsreihe αc (Aufbereitung bis zum Apex, AH_{26})



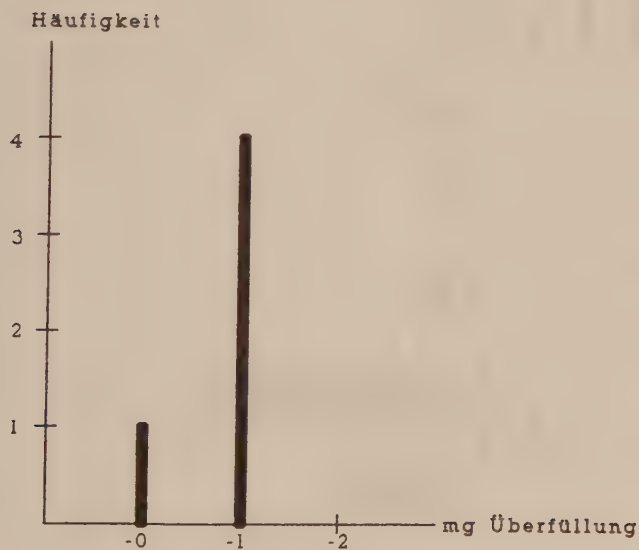
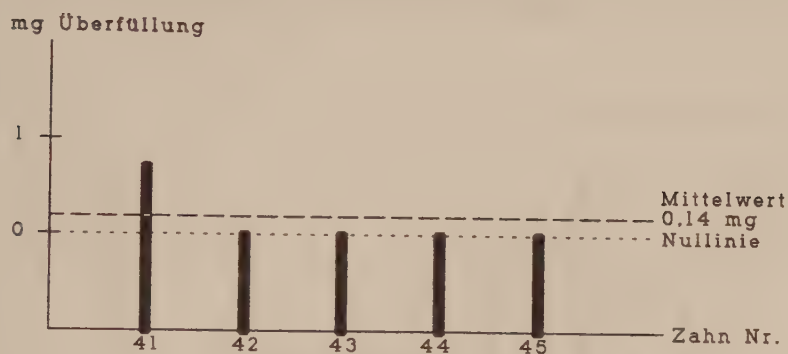
Zu Versuchsreihe β a (Aufbereitung 1mm vor dem Apex,
Diaket)



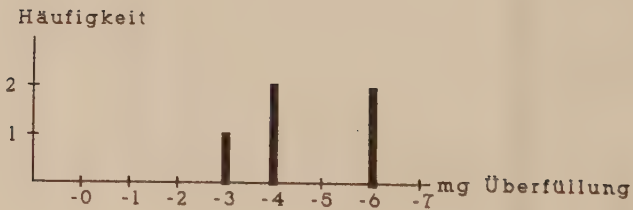
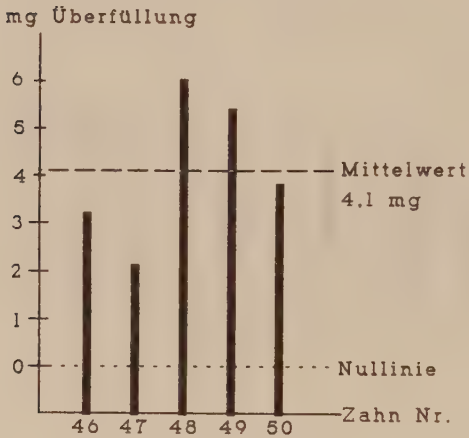
Zu Versuchsreihe βb (Aufbereitung bis 1 mm vor dem Apex,
AH₂₆ und Guttaperchastift)



Zu Versuchsreihe βc (Aufbereitung 1 mm vor dem Apex, AH_{26})



Zu Versuchsreihe γb (Aufbereitung stufenförmig bis 0.5 mm vor dem Apex, Lentulo, Guttaperchastift, AH₂₆)



4.3. Graphische Gesamtdarstellung



4.4. Ergebnisse im Vergleich

1) $\alpha\alpha - \alpha b$

Gemeinsam: -Aufbereitung bis Apex

-Vorfüllung: Lentulo/Diaket

Unterschied: -Nachschieben des Guttaperchastifts bei αb

$\alpha\alpha (\bar{x}=2,28\text{mg})$; $\alpha b (\bar{x}=5,05\text{mg})$

Differenz: 2,77mg mehr bei αb

2) $\alpha\alpha - \beta a$

Gemeinsam: -Füllung mit Lentulo/Diaket

Unterschied: βa nur bis lmm vor dem Apex aufbereitet

$\alpha\alpha (\bar{x}=2,28\text{mg})$; $\alpha b (\bar{x}=0,34\text{mg})$

Differenz: 1,94mg weniger bei βa

3) $\alpha b - \gamma b$

Gemeinsam: -Vorfüllung mit Lentulo

-Nachschieben eines Guttaperchastifts

Unterschied: -stufenförmige Aufbereitung bei γb

γb mit AH_2 abgefüllt

$\alpha b (\bar{x}=5,05\text{mg})$; $\gamma b (\bar{x}=4,10\text{mg})$

Differenz: 0,95mg weniger bei γb

4) $\alpha b - \beta b$

Gemeinsam: -Vorfüllung: Lentulo/Diaket

-Nachschieben eines Stifts

Unterschied: $-\beta b$ nur bis 1mm vor dem Apex aufbereitet

$\alpha b(\bar{x}=5,05\text{mg})$; $\beta b(\bar{x}=1,22\text{mg})$

Differenz: 3,83mg weniger bei βb

5) $\alpha b - \alpha c$

Gemeinsam: -Aufbereitung bis Apex

-Guttaperchastift

Unterschied: $-\alpha b$ Lentulo/Diaket

$-\alpha c$ Hedström/AH₂

$\alpha b(\bar{x}=5,05\text{mg})$; $\alpha c(\bar{x}=0,76\text{mg})$

Differenz: 4,29mg mehr bei αb

6) $\alpha c - \beta c$

Gemeinsam: -Hedström/AH₂

-Guttaperchastift

Unterschied: $-\alpha c$ bis Apex aufbereitet

$\alpha c(\bar{x}=0,76\text{mg})$; $\beta c(\bar{x}=0,14\text{mg})$

Differenz: 0,62mg mehr bei αc

7) $\beta a - \beta b$

Gemeinsam: -Aufbereitung bis 1mm vor Apex
 -Lentulo/Diaket

Unterschied: -Guttaperchastift bei βb

$\beta a(\bar{x}=0,34\text{mg})$; $\beta b(\bar{x}=1,22\text{mg})$

Differenz: 0,88mg mehr bei βb

8) $\beta b - \beta c$

Gemeinsam: -Aufbereitung bis 1mm vor Apex
 -Guttaperchastift

Unterschied: -Vorfüllung des Kanals bei βb Lentulo/Diaket,
 bei βc Hedström/AH26

$\beta b(\bar{x}=1,22\text{mg})$; $\beta c(\bar{x}=0,14\text{mg})$

Differenz: 1,08mg weniger bei βc

5. Diskussion

In Gruppe ab (Aufbereitung bis Apex; Diaket + Stift) wurden die stärksten Überfüllungen gemessen. Die durchschnittlichen 5,05mg/Zahn entsprechen etwa einer Kugel

von 0,7mm Radius, wenn man annähernd eine Dichte des erhärteten, kompakten Diakets von 3g/cm^3 annimmt. Die Tatsache, daß es fast in jeder Versuchsgruppe zu mindestens leichter Überfüllung kam, deckt sich mit den Ergebnissen von JEFFREY, SAUNDERS und THOMAS [14] die bei ihren Versuchen zur Zentralstifttechnik hohe Überfüllungsraten, insbesondere bei Gebrauch des Lentulos ermittelten.

In Punkt ab sind 3 Faktoren für die massiven Überfüllungen verantwortlich:

- 1) die Aufbereitung bis zum Apex
- 2) die Vorfüllung des Kanals mit dem Lentulo
- 3) das Nachschieben eines Guttaperchastifts.

Die oftmals empfohlene Aufbereitung gangränöser Zähne bis zum Apex ist hinsichtlich der Forderung, möglichst viel nekrotisches Gewebe aus dem Kanal zu entfernen, zu verstehen. Der Forderung SCHROEDERS [23], den Apex zu erreichen, ohne das Foramen zu erweitern, wurde in dieser Studie, soweit dies überhaupt möglich ist, nachgekommen. Durch die Aufbereitung perforierte Zähne wurden von vornherein ausgeschlossen. Dennoch kam es bei sämtlichen bis zum Apex aufbereiteten Zähnen zu

größeren, zum Teil erheblichen größeren Überfüllungen als bei den nur bis zur Zement-Dentingrenze aufbereiteten Zähnen. Offenbar bewirkt eine Aufbereitung bis zum Apex auch bei aller Sorgfalt beinahe immer auch eine gewisse Erweiterung des Foramens, bzw. zumindest eine erhebliche Widerstandsverminderung gegenüber Wurzelfüllungszement, der nach apikal gepreßt wird. Darüberhinaus ist in vivo die exakte Aufbereitungslänge sehr viel weniger gewährleistet, da die direkte Sicht fehlt, so daß es häufig zu unbeabsichtigter und auch nicht bemerkter Perforation kommen dürfte. Daß es am Patienten wesentlich seltener zu Mißerfolgen kommt, als diese Studie vermuten läßt, ist der Tatsache zu verdanken, daß der Widerstand, der dem Wurzelfüllmaterial entgegenwirkt, in vielen Fällen höher ist als bei dem Versuchsmodell durch die Gelatine. In vivo dürfte das apikale Foramen häufig durch Dentinsplitters, gangränöse Gewebereste, koaguliertes Blut o.ä. derartig verstopft sein, daß eine Überfüllung auch bei unvorsichtigem Vorgehen nicht so häufig wie im Experiment eintritt. Auch wenn die periapikale Spongiosa noch intakt ist, ist massives Überpressen von Füllungsmaterial er-

schwert. Im Einzelfall besteht darauf jedoch kein Verlaß. Der periapikale Widerstand kann auch sehr gering sein, z.B. wenn ein Zahn in direktem Kontakt mit der Kieferhöhle oder dem Mandibularkanal steht. Auch beim Vorhandensein eines großen periapikalen Granuloms oder Resorptionerscheinungen der Zahnwurzel droht die Überfüllung. Bei Zähnen, die bis 1mm vor dem Apex aufbereitet sind (Gruppe β) wirkt der Engpaß im Bereich der Zement-Dentingrenze einer massiven Überfüllung entgegen. In den Versuchen war dieses physiologische Foramen stets durchgängig, da es durch Spülungen und vorsichtiges Sondieren gereinigt wurde, so daß es zu geringen bzw. in Versuchsteil βb (+Stift) auch zu mittelgroßen Überfüllungen kam.

In vivo dürfte diese Engstelle aus den oben genannten Gründen häufig, jedoch nicht immer, weitgehend verlegt sein. Bei sämtlichen Methoden, bei denen es zu massiven Füllungsüberschüssen kam, wurde die Fördersprialle angewandt. Auf die Gefahr, mit dem durch den Motor angetriebenen Spiralfüller Sealer über den Apex zu rotieren, weisen einige eingangs zitierte Autoren ([13], [14], [23], [24]).

JEFFREY [14] schreibt: "the use of the lentulo spiral

filler to introduce sealer into the canal produce large amounts of extruded material through the apex.". Manche Autoren empfehlen deshalb, den Lentulo nicht ganz bis zum Apex einzuführen (z.B. SCHROEDER [23]: 1-2mm vor Apex, DRIAK, SCHÖNBAUER [4]: nur bis zum Anfang des apikalen Drittels). Daß dadurch Füllungsüberschüsse reduziert werden, erscheint einleuchtend, inwieweit es jedoch zu einer ausreichend dichten Füllung des Kanals kommt, bleibt weiteren Untersuchungen überlassen. Bei weitem Foramen apicale scheint dieses Vorgehen jedoch ratsam, sofern hier überhaupt der maschinengetriebene Lentulo verwendet werden soll. INGLE [13] empfiehlt die manuelle Drehung des Lentulos; dies dürfte etwa zu gleichen Ergebnissen führen, wie Benetzung der Kanalwände mit Hilfe von Reamern oder Hedströmfeilen bei der Zentralstifttechnik (Gruppe c). Die Überfüllungen sind hierbei viel geringer als bei Vorfüllung des Kanals mit dem im Winkelstück verwendeten Spiralfüller (Vergleich 4.4.5 und 4.4.8); erstens, weil es in der Vorfüllungsphase zu keiner Überfüllung kommt und zweitens, weil sich im Kanal weniger Material befindet, das durch den Guttaperchastift überpresst werden kann. JEFFREY, SAUN-

DERS, THOMAS [14]: "It is possible that the spiral root filler caused greater extrusion because it delivered more sealer to the canal than the other methods".

Das Nachschieben eines Guttaperchastifts führte in den Versuchen zu einer teilweise erheblichen Vergrößerung der Füllungsüberschüsse. Bei den Gruppen βa und βb (Aufbereitung bis 1mm vor Apex) entsprechen diese etwa einem "tiny worm", wie von INGLE [13] beschrieben. Bei der Reihe aa und ab traten erheblich größere Mengen über den Apex, die Angaben INGLES lassen sich hierfür jedoch nicht mehr übertragen, da sie sich auf die Aufbereitung nur bis zur Zement-Dentingrenze beziehen.

Wird der Kanal mit dem Lentulo gefüllt, so ist aufgrund der Versuche aa und βa das Nachschieben eines Guttaperchastifts nicht indiziert, da es:

- 1) zu Überpressen erheblicher Mengen Wurzelfüllungs-materials kommen kann, insbesondere bei Aufbereitung bis zum Apex (4.4.1.);
- 2) auch ohne Guttaperchapoint zu einem dichten Verschuß des apikalen Bereiches kommt, sofern der Lentulo auf die beschriebene Weise (3.1.4.a) ange-

wandt wird.

Punkt 2) erfährt eine Einschränkung durch das Vorkommen von Bläschen, wie sie in R1 und R2 sichtbar sind. Die Entstehung dieser Porositäten wurde noch nicht näher untersucht, wird jedoch verschiedentlich erwähnt ([14]; [17]). Diese Lufteinschlüsse dürften jedoch auch noch nach Setzen eines Stifts vorhanden sein [14], jedoch sind sie dann röntgenologisch nicht mehr so gut sichtbar, da sie an den Kanalrand gedrängt bzw. vom Gutta-perchastift verdeckt werden [16].

Durch den Farbstoffpenetrationstest konnte gezeigt werden, daß die alleinige Verwendung des Lentulos zu einem dichten apikalen Verschuß führt, es wurden sogar meist auch Anteile, die von der Aufbereitung nicht erfasst wurden, vom Füllungsmaterial verschlossen (R2).

Die hohen Standardabweichungen in Versuchsteil aa, ab und γ , verbunden mit den hohen absoluten Überfüllungswerten, lassen die Verwendung des Lentulos jedoch bei Zähnen, die bis zum Apex aufbereitet sind, als bedenklich erscheinen. Der Spiralfüller ist bei dieser Aufbereitungslänge ein effektives, aber auch unkontrollierbares Instrument. Obwohl immer in der gleichen Weise gehandhabt, kam es zu sehr unterschiedlichen Überfüll-

lungsmengen. SCHUG-KÖSTERS [24] rät:

"Die Förderspirale wird mit der Masse beschickt und in den Kanal bis zum Ende der Kanalaufbereitung hochgeschoben. Erst dann Maschine laufenlassen unter langsamen Herausziehen der Spirale. Wiederholung des Vorgangs. In dem Maße, in dem das Füllungsmaterial sich in den obersten Kanalabschnitten ansammelt, wird die Förderspirale herausgezogen. Diesem Druck ist unbedingt nachzugeben. Ein Gegendruck der Hand führt besonders bei Diaket sehr schnell zu starken Überfüllungen, die unter Umständen weit in die Spongiosa oder in die Kieferhöhle reichen können. ...".

Dies ist zweifelsohne richtig, jedoch kann sich ein nennenswerter Druck nur dann aufbauen, wenn der Abfluß des Diakets am Apex durch Verengung des Foramens behindert ist bzw. durch das periapikale Gewebe ein Widerstand erzeugt wird. In den eigenen Versuchen war dies nicht der Fall, es kam vielmehr bereits beim Entstehen eines leichten, kaum wahrnehmbaren Stauungsdruckes zu erheblichem Überpressen von Material, wie dies bei Zähnen mit reduziertem "periapikalen Widerstand," (siehe S. 46) auch der Fall sein kann. Hierbei

ist es möglich, daß der sich entwickelnde Druck nicht oder nicht rechtzeitig bemerkt wird, die Folge davon ist Überfüllung.

Sicherer ist es, Sealer mit einem Handinstrument einzubringen (Versuchsreihe c) und einen Guttaperchastift nachzuschieben. Durch die Vorfüllung kommt es dabei zu keiner Überfüllung und auch nach Nachschieben des Stifts sind Füllungsüberschüsse gering. Die Standardabweichung ist klein, so daß die Wahrscheinlichkeit einer Überfüllung auch im Einzelfall gering ist. Unterfüllungen waren in den Versuchen nicht nachweisbar. Bei JEFFREY, SAUNDERS und THOMAS [14] wird bei ähnlicher Technik wie bei Reihe 3.1.4.c (Füllen mit dem Handinstrument, Guttaperchastift) vom Auftreten kleiner Bläschen berichtet. Insgesamt fanden die Autoren jedoch – und das ist bemerkenswert – weniger Porositäten als bei Vorfüllung des Kanals mit dem Lentulo und Setzen eines Guttaperchastifts.

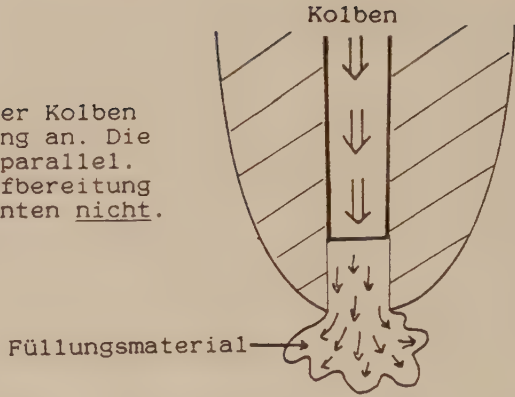
Die Methode, wie in 3.1.4.c beschrieben, stellt somit eine zuverlässige, sichere Methode dar, Wurzelkanäle weitgehend unabhängig von ihrer Aufbereitungslänge und ohne nennenswerte Unterfüllungen zu verschließen. Bei Zähnen, die auf eine Überfüllung hin gefährdet sind,

stellt sie sogar die einzige empfehlenswerte Technik dar.

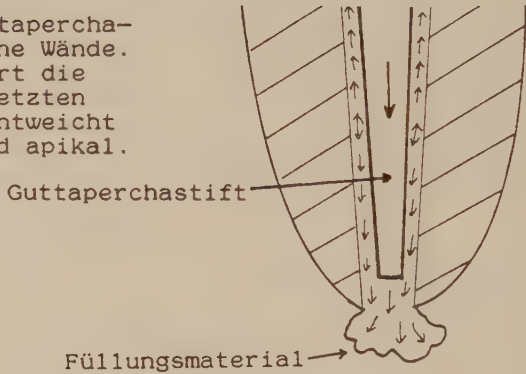
Die stufenförmige Aufbereitung (γ) erbrachte nur eine unwesentliche Verminderung der Überfüllungshäufigkeit (Vergleich 4.4.3.). Da der Guttaperchastift auch bei herkömmlicher Aufbereitung erst dann, wenn er seinen endgültigen Platz erreicht, die Kanalwand breitflächig berührt [13], spielt eine stufenförmige Aufbereitung im Hinblick auf das Nachschieben eines Stifts nur eine untergeordnete Rolle (Abb. 3b). Durch die Verwendung von Feilen kommt es auch bei herkömmlicher Kanalaufbereitung zu einer ausgeprägten Konizität des Kanallumens. Der Stift, wenn auch genormt, wird der Kanalwand niemals exakt anliegen, das Kolbenprinzip (Abb. 3a) gilt nicht. Durch das Eindringen des Guttaperchastifts kommt es zu einer Drucksteigerung im Kanal. Prinzipiell könnte der Sealer vollständig nach koronal entweichen, infolge seiner hohen Viskosität (Reibung an Kanalwand und Stift) nimmt er im Wurzelspitzenbereich jedoch den kürzeren Weg über das Foramen apicale, wenn ihm dieser nicht verlegt ist, so daß Füllungsmaterial überpresst wird. Bei der stufenförmigen Aufbereitung ist die

Abb. 3:

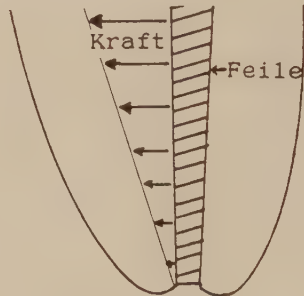
a)
Kolbenprinzip; der Kolben liegt der Wand eng an. Die Kanalwände sind parallel. Gilt bei Kanalaufbereitung mit Handinstrumenten nicht.



b)
Passung von Guttaperchastiften. Konische Wände. Der Stift berührt die Wände erst im letzten Moment. Zement entweicht nach koronal und apikal.



c)
Durch Anpressung der Feile gegen eine Kanalwand kommt es zu einer ausgeprägten Trichterform, ähnlich wie bei der stufenförmigen Aufbereitung.



Konizität und die mangelhafte Passung des Guttaperchastifts etwas verstärkt, dies wirkt sich jedoch nicht entscheidend aus.

Was die Unterschiede zwischen Diaket und AH_{26} betrifft, lassen die Versuche keinen direkten Vergleich zu. Die Konsistenz der beiden Sealer war ähnlich, AH_{26} infolge der Erwärmung im Wasserbad etwas dünnflüssiger. Die massiven Überfüllungsdifferenzen sind mit Sicherheit zum größten Teil auf die unterschiedliche Aufbereitungs- und Abfüllungstechnik zurückzuführen.

6. Zusammenfassung

An extrahierten einwurzeligen Zähnen wurde überprüft, welchen Einfluß die Aufbereitungs- und Abfüllungsmethoden auf die Überfüllung haben, also auf das Eindringen in den periapikalen Bereich.

Es wurden 7 Kombinationen beider Variablen überprüft. Als Maß diente die Menge des über die Wurzelspitze hinaus getretenen Materials.

Durch die Versuche konnte gezeigt werden, daß es bei der Wurzelkanalfüllung mit der Förderspirale sehr leicht zu Überfüllungen kommen kann, gleich, ob der

Lentulo alleine oder im Rahmen der Zentralstifttechnik angewandt wird. Sein Gebrauch ist deshalb nur bei Zähnen indiziert, bei denen keine erhebliche Gefahr der Überfüllung besteht, d.h. hauptsächlich bei Zähnen, die sicher nicht über die Zement-Dentingrenze aufbereitet wurden und deren Foramen apicale nicht pathologisch erweitert ist (z.B. durch Wurzelspitzenresorption). Das Nachschieben eines Guttaperchastifts ist infolge der hohen Effektivität des Spiralfüllers nicht unerlässlich.

Zähne, die bis zum Apex aufbereitet wurden, sind auf eine Überfüllung hin gefährdet. Der rotierende Spiralfüller ist kontraindiziert, zumindest darf er nicht bis zum Boden der Kanalaufbereitung eingeführt werden. Es empfiehlt sich die Zentralstifttechnik, bei der der Kanal mit Hilfe eines Handinstrumentes vorgefüllt wird, indem man Sealer durch Drehung gegen den Uhrzeigersinn nach apikal befördert.

Beim Nachschieben eines Guttaperchastifts kann es zum Auspressen größerer Mengen Füllungsmaterials über den Apex kommen, dies ist jedoch sehr davon abhängig, wie der Kanal vorgefüllt wurde. Erfolgte dies mit dem

Handinstrument, so gelangt durch Setzen des Stifts nur eine kleine Zementmenge in den periapikalen Raum.

Im Hinblick auf die Überfüllung spielt es keine entscheidende Rolle, ob der Kanal nach herkömmlicher Art oder stufenförmig aufbereitet wurde, da die Gutta-perchaspitzen der Kanalwand ohnehin nur im apikalen Bereich direkt anliegen.

Literaturverzeichnis

- (1) Amato,R.
Goldman,M.
Tenca,J.
Burk,G.

A comparison of the efficiency of various delivery methods on sealer distribution.
J. Endod. 10, 119 (1984).
- (2) Benner,M.D.
Peters,D.D.
Grower,M
Bernier,W.W.

Evaluation of a new thermo-plastic guttapercha obturation techniques using ^{45}Ca .
J. Endod. 7, 500 (1981).
- (3) Coffae,K.P.
Brilliant,J.D.

The effect of serial preparation versus nonserial pre-on tissue removal in the root canals of extracted mandibular human molars.
J. Endod. 1, 211 (1975).
- (4) Driak,F.
Schönbauer,F

Theorie und Praxis der Wurzelbehandlung.
Verlag Brüder Hollinek Wien (1960).

- (5) Dubrow, H. Silverpoints and guttapercha and the role of the root canal filling.
J. Amer. dent. Ass. 93, 976 (1976).
- (6) Eifinger, F.F. Thermomechanische Methoden zur Wurzelkanalfüllung.
Menzler, M. Die Quintessenz, 38, 3 und 4 (1987).
- (7) Götze, W. Untersuchungen über die Wandständigkeit von Wurzelkanalfüllungen mit erhitzter Guttapercha.
Püttmann, M. Dtsch. Zahnärztl. Z. 40, (1985).
- (8) Grasser, H. Untersuchungen zur Wandständigkeit und Dichte erstarrender Wurzelfüllungsmaterialien.
Barth, H. Zahnärztl. Prax. 34, 246 (1983).
Auchter, B.
- (9) Grossmann, L.I. Endodontic treatment of pulpless teeth.

- J. Amer. dent. Ass. 61,
671-676 (1960).
- (10) Grossmann, L.I. Endodontic Practice.
9th edition, Lea + Febiger,
Philadelphia 1978.
- (11) Guldener, P. Kompendium der praktischen
Endodontie.
H.Schaub AG. Bern 1977.
- (12) Guldener, P. Endodontie- eine Literatur-
übersicht.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 88,
(1978) und 89, (1979).
- (13) Ingle, J.I. Endodontics
Lea + Febiger, Philadelphia
1985.
- (14) Jeffrey, J. Saunders, W. Thomas, G.
An investigation into the
movement of sealer during
placement of gutta-percha
points.
Int. Endodont. J. 19,

21-28 (1986).

- (15) Kröncke, A. Die Wurzelkanalwand nach der mechanischen Aufbereitung. Dtsch. Zahnärztl. Z. 30, 321 (1975).
- (16) Kuttler, Y. Analysis and comparison of root canal filling techniques. Oral Surg. 45, 153 (1979).
- (17) Lutz, M. Ein Vergleich thermomechanischer und konventioneller Wurzelkanalfüllungstechniken in vitro. Dtsch. Zahnärztl. Z. 41, 788 (1986).
- (18) Oberschachtsiek, H. Einfluß verschiedener Techniken und Materialien auf Wandständigkeit und Homogenität von Wurzelfüllungen (REM-Untersuchung). Dtsch. Zahnärztl. Z. 40, 304 (1985).

- (19) Orlay Overfilling in root canal treatment. Two accidents with N_2 .
Br. Dent. J., 120, 376
(1966).
- (20) Sargenti, A. Rationelle Wurzelbehandlung.
Verlag "Die Quintessenz"
Berlin 1968.
- (21) Sauerwein, E. Zahnerhaltungskunde
Thieme Verlag Stuttgart 1981.
- (22) Schilder, H. Cleaning and shaping the root canal.
Dent. Clin. N. Amer. 18, 269
(1974).
- (23) Schroeder, A. Endodontie, 2. Aufl.,
Verlag "Die Quintessenz"
Berlin 1981.
- (24) Schug-Kösters, M. Die Behandlung der Pulpa und
des apikalen Paradontium.
Berlinische Verlagsanstalt

Berlin 15, 1966.

(25) Seidler, B.

Root canal fillings: an
evaluation and method.

J. Amer. dent. Ass. 53, 567-576
(1956).

(26) Speilman, A.

Anesthesia following endodontic
overfilling with AH_2 .

Oral Surg. 52, 554, (1981).

(27) Walton, R.E.

Histologic evaluation of dif-
ferent methods of enlarging the
pulp canal space.

J. Endod. 4, 304-311, (1976).

Ich danke Herrn Prof. Dr. E. Sonnabend für die Überlassung des Themas, und Herrn OA. Dr. G. Maschinski für die allzeit bereitwillige und freundliche Unterstützung "in Rat und Tat".

Lebenslauf

Am 14. Januar 1962 wurde ich als erstes Kind von Franz Schmid, Bauingenieur, und seiner Frau Walburga, geb. Keller, in Marktoberdorf (Ostallgäu) geboren. Von 1968 bis 1972 besuchte ich die dortige Grundschule und danach das Peter-Dörfler-Gymnasium Marktoberdorf, wo ich 1981 die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1981/82 studierte ich ein Semester lang die Kombination Bautechnik und Germanistik (Lehramt für berufliche Schulen) an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Zum Sommersemester 1982 wechselte ich über zum Studium der Zahnheilkunde, ebenfalls an der Universität München, wo ich im Januar 1988 das Examen ablegte.

An vorliegender Dissertation arbeitete ich vom Herbst 1985 bis zum Frühjahr 1988 an der Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Universität München.

